

Ochorenia driekových medzistavcových platničiek a syndróm cauda equina

Prof. MUDr. Igor Šulla, DrSc.

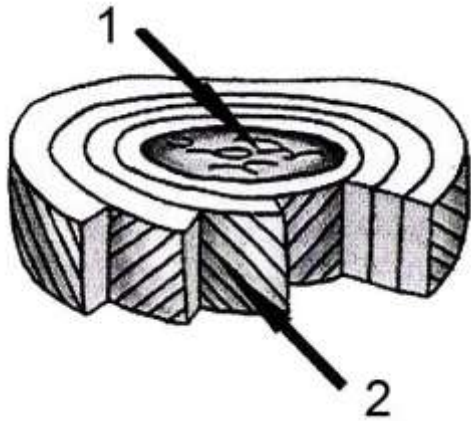
Neurochirurgická klinika Univerzity P. J. Šafárika, Lekárskej fakulty, Tr. SNP č. 1,
040 11 Košice.

Úvod do problematiky

Degeneratívne zmeny medzistavcových platničiek a telovej osi začínajú u človeka už v mladom veku (4,7,14). Hoci postihujú v rôznom stupni celú chrbticu, ich medicínsky významné následky, ktorými sú prejavy tlaku na nervové štruktúry, sa najčastejšie objavia v jej cervikálnej a lumbosakrálnej oblasti (7,23). U občanov rozvinutých krajín sú „bolesti krížov“ skoro také časté, ako bolesti hlavy a stále ich pribúda (4,7,14,25). Aj keď paramediálne a mediálne vysunutie sekvestrov driekových medzistavcových platničiek, ktoré môže spôsobiť kompresiu viacerých, prípadne i všetkých lumbosakrálnych miechových koreňov a vznik syndrómu konského chvosta je oveľa zriedkavejšie, ako ich vycestovanie laterálnym smerom, spôsobujúce lumboischiadický syndróm, vzniká odôvodnená obava, že so stúpajúcou incidenciou degeneratívnych ochorení telovej osi v populácii bude stúpať aj počet osôb, postihnutých touto ich mimoriadne významnou komplikáciou (20,22,28).

Základné údaje o stavbe medzistavcových platničiek a ich degeneratívnych zmenách

Medzistavcová platnička (*discus intervertebralis*) je zložená z hlienového jadra (*nucleus pulposus*) a väzivového prstenca (*anulus fibrosus*). Na telá susedných stavcov je fixovaná kryciami doštičkami (17). Krvné cievy platničky zaniknú pred dosiahnutím veku 20 rokov, metabolizmus buniek v ďalšom období života umožňuje len difúzia (1,27). Ide o relatívne pomalý proces, negatívne ovplyvňujúci reparačné pochody. Špecializované spojivé tkanivo, tvoriace *discus intervertebralis*, dlhodobo a správne plní naň kladené požiadavky, len ak je pravidelne a primerane zaťažované. Človek dnešnej doby, ktorý trávi relatívne dlhé obdobie v škole, po jej skončení sedí v zamestnaní, voľný čas trávi pred obrazovkou televízora alebo počítača a prepravuje sa automobilom, práve spomínanú základnú podmienku zanedbáva. Aj relatívne malá námaha (akou napríklad býva občasné zdvihnutie batožiny pri cestovaní, premiestňovanie nábytku počas sťahovania alebo upratovania, výmena kolesa auta kvôli defektu) u jedinca s ochabnutým svalstvom, ktorý nemá vypracované správne pohybové stereotypy, môže mať za následok poškodenie disku. Každá takáto zmena začne negatívne ovplyvňovať mechanické vlastnosti tkanív medzistavcovej platničky, a tak meniť jej základné funkcie, spočívajúce vo vyrovnávaní, pohlcovaní a redistribúcii axiálnych síl, pôsobiacich v smere telovej osi, na radiálne, pohlcované pružnosťou kolagénových vlákien v *anulus fibrosus* (1,14).



Obr. 1. Schéma medzistavcovej platničky. 1-*nucleus pulposus*; 2-*anulus fibrosus*.
Kolegénové vlákna v jednotlivých vrstvách väzivového prstenca prebiehajú šikmo a ich smer je v každej lamele iný. To napomáha tlmiť nárazy a neutralizovať vplyv pôvodne axiálnych síl, ktorých vektor zmenilo hlienové jadro na radiálny.

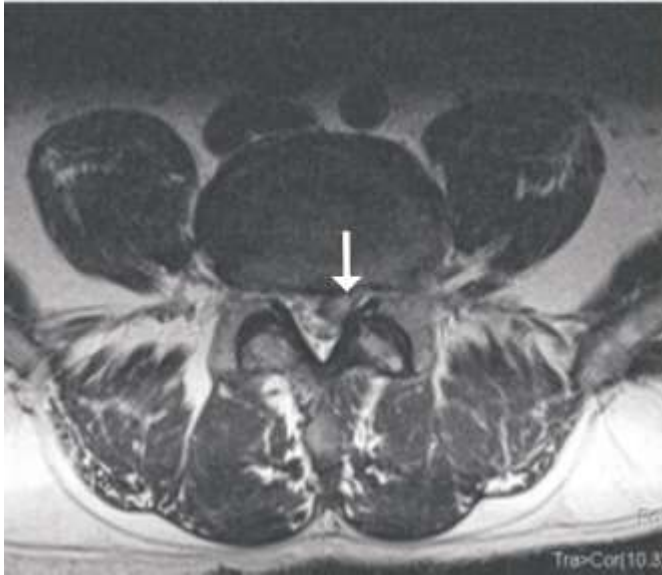
Zdá sa, že prvým krokom v reťazci príčin a následkov, vedúcich k nenapraviteľnému poškodeniu *discus intervertebralis*, je porušenie rovnováhy medzi syntézou a depolymerizáciou proteoglykánov, prebiehajúcou v lysozómoch chondrocytov medzistavcovej platničky. Normálnymi regulátormi činnosti uvedených buniek je cytokín IL-1 v obidvoch jeho izomorfných formách (IL-1A a IL-1B), ktoré musia byť v rovnováhe (1).

Faktory, ovplyvňujúce rovnováhu v systéme, IL-1 nie sú presne známe. Pôvodne sa predpokladalo, že ide o následok nadmerného zaťažovania telovej osi a z toho vyplývajúcich epizód ischémie buniek. Epidemiologické štúdie u vzpieračov a monozygotných dvojčiek však ukazujú, že s veľkou pravdepodobnosťou ide o následok pôsobenia špecifických vrodených génov, regulujúcich produkciu a degradáciu cytokínov skupiny IL-1. V súčasnosti prevláda názor, že až kombinácia spomínaných zmien metabolizmu buniek *discus intervertebralis*, vrodených variácií tvaru stavcov a stavby telovej osi s pôsobením vibrácií, nadmerného zaťažovania chrbtice a úrazov sú skutočnou príčinou degeneratívneho ochorenia telovej osi (1-3,6).

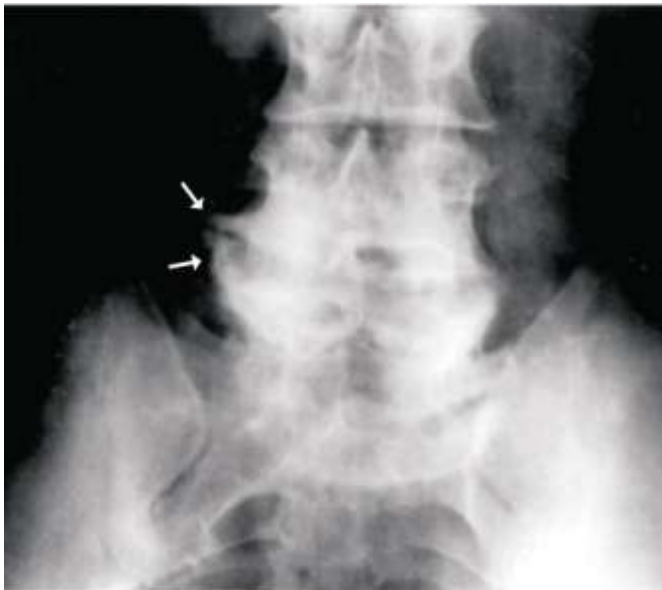
Pre degeneratívne procesy, postihujúce medzistavcové platničky a chrbticu, je charakteristický ich opakujúci sa a progresívny priebeh, s obdobiami exacerbácií a remisí (4,7,14).

Vznik radiálnych trhlín v *anulus fibrosus* umožňuje, aby sa materiál *nucleus pulposus* presúval smerom najmenšieho odporu, teda k okrajom disku. Tlak sekvestrov hlienového jadra má za následok vyklenovanie väzivového prstenca, trhanie jeho jednotlivých vrstiev, až jeho úplnú ruptúru. Najslabším miestom sú dorzolaterálne úseky väzivového prstenca, kde už nedosahuje *ligamentum longitudinale posterius*. Sekvestre sa cez otvor v *anulus fibrosus* tlačia do spinálneho kanála, hlavne smerom do laterálnych recesov alebo do *foramen intervertebrale*, kde prebiehajú spinálne nervy a nachádzajú sa gangliá zadných miechových koreňov. To má za následok objavenie sa bolestí, ktoré sa šíria (vystreľujú) do inervačnej zóny komprimovaného spinálneho nervu, prípadne poruchu citlivosti v príslušnom dermatóme (*Syndroma lumboischadicum*).

V dôsledku degenerácie medzistavcovej platničky dochádza k postupnému zužovaniu medzistavcovej štrbiny. Dôležité je, či sa rovnakým tempom znižujú obidve základné súčasti *discus intervertebralis*, teda *nucleus pulposus*, aj *anulus fibrosus*. U väčšiny starších osôb celý proces prebieha proporcionálne, takže nemajú výraznejšie problémy, dokonca sa môže stať, že občasné bolesti v krížoch, ktorými trpeli v minulosti, vo vyššom veku prestanú (7).



Obr. 2. MR vyšetrenie spinálneho kanála v axiálnej projekcii ukazuje sekvestre *discus intervertebralis* L4 (označené šípkou), komprimujúce spinálny nerv L5 vľavo.



Obr. 3. Natívna rntg. snímka L-S chrbtice pacienta s výraznými osteofytmi, viditeľnými hlavne na okrajoch stavcov L4 a L5 vpravo (označené šípkami).



Obr. 4. CT vyšetrenie pacienta s degeneratívnou stenózou spinálneho kanála, spôsobenou osteoproduktívnymi zmenami stavcového tela (označené šípkami), medzistavcových kĺbov a zhrubnutím žltých väzov. Vákuový fenomén (obraz prítomnosti plynu v *discus intervertebralis*) je označený hviezdikou (23).



Obr. 5. Sekvestre *discus intervertebralis*, odstránené pri operácii pacienta, ktorého MR snímka je na obr. 2.

Opakované epizódy pomalej progresívnej degenerácie vedú napokon k stavu, kedy je obsah proteoglykánov výrazne zredukovaný a fibrilárna premena kolagénu dosiahne taký stupeň, že výraznejší vzostup intradiskálneho tlaku nie je možný. Akonáhle celý degeneratívny proces dospeje do tohto štádia, prestane hroziť nebezpečenstvo ďalšieho vysúvania sekvestrov medzistavcovej platničky (1,6). Napriek tomu však môže dochádzať k iritácii a kompresii miechových koreňov, ba i *cauda equina*. Ide však o kompresiu osteofytmi, zhrubnutými ligamentmi a kostnými štruktúrami, teda mechanizmom, známym ako degeneratívna stenóza spinálneho kanála. Ako vyplýva z podstaty ochorenia, biochemické degradačné procesy prebiehajú vo všetkých medzistavcových platničkách. Ich klinicky významné následky sa však objavujú najčastejšie v krčnej (*Syndroma cervicocraniale*, *Syndroma cervicobrachiale*, *Myelopathia cervicalis*) a v driekovej oblasti (*Syndroma lumboischiadicum*, *Syndroma caudae equinae*).

Nie je známe, prečo je u niektorých osôb postihnutá prevažne krčná časť telovej osi, u iných zase časť lumbosakrálna. Predpokladá sa, že pri tom zohráva svoju úlohu charakter zamestnania, stavba telovej osi, pohybové stereotypy a snáď aj psychické vplyvy (1,4,7).

Syndroma caudae equinae

Súčasná kompresia viacerých lumbosakrálnych miechových koreňov má za následok vznik súboru príznakov, charakterizovaných poruchou motorických funkcií dolných končatín (ťažká paraparéza až paraplégia), všetkých kvalít citlivosti perianálne, na a okolo genitálií, v gluteálnej ryhe a na vnútorných plochách stehien (hypestézia až anestézia typu jazdeckých nohavíc), páľčivými koreňovými bolesťami, oslabením alebo vymiznutím reflexu análneho, bulbokavernózneho, podľa lokalizácie kompresie tiež reflexu patelárneho, medioplantárneho a Achillovej šľachy obojstranne (ale aspoň čiastočne asymetricky), neschopnosťou ovládať vyprázdňovanie močového mechúra, regulovať odchádzanie vetrov aj stolice a poruchou sexuálnych funkcií u príslušníkov obidvoch pohlaví (4,11,20). Klinický obraz sa podobá na stav po poškodení *conus medullaris*, príznaky však bývajú výraznejšie na jednej strane a nemusia sa úplne vyvinúť u každého postihnutého. Syndróm konského chvosta sa vyskytuje častejšie u mužov, čo pravdepodobne súvisí aj s charakterom ich práce a trávenia voľného času (1,3,20).

Najčastejšou príčinou kompresie *cauda equina* býva vysunutie sekvestrov degenerovaných driekových medzistavcových platničiek (z uvedeného dôvodu sa tento stav nazýva aj *Syndroma caudae equinae discogenes* – Sced). Zriedkavejšie, až výnimočne však môže Sce vzniknúť aj ako komplikácia stenózy spinálneho kanála, *Spondylarthrosis ankylopoetica* (*Morbus Pierre Marie-Strümpel-Bechterev*), spondylolistézy III. alebo IV. stupňa, *Ostitis deformans* (*Morbus Paget*), nádorov najrôznejšieho typu, lokalizovaných v driekovej časti spinálneho kanála, vyklbenia, prípadne zlomenín stavcov alebo krížovej kosti, intraspínálnych krvných výronov, sarkoidózy, chiropractickej manipulácie, infekcie, ischémie, chemického pôsobenia intratekálne podaných kontrastných látok, lokálnych anestetík a výnimočne aj ťažkých kovov z projektívov, uviaznutých v chrbtici po strelnom poranení (8,10,11,16,19,24,26,29, 31,32,35).



Obr. 6. MR vyšetrenie pacienta so syndrómom cauda equina, spôsobeným vysunutím väčších sekvestrov medzistavcovej platničky L4 (označené bielou šípkou) v sagitálnej projekcii. Zmeny signálu v telách susedných stavcov (označené červenými šípkami) sa nazývajú Modicov fenomén (23).

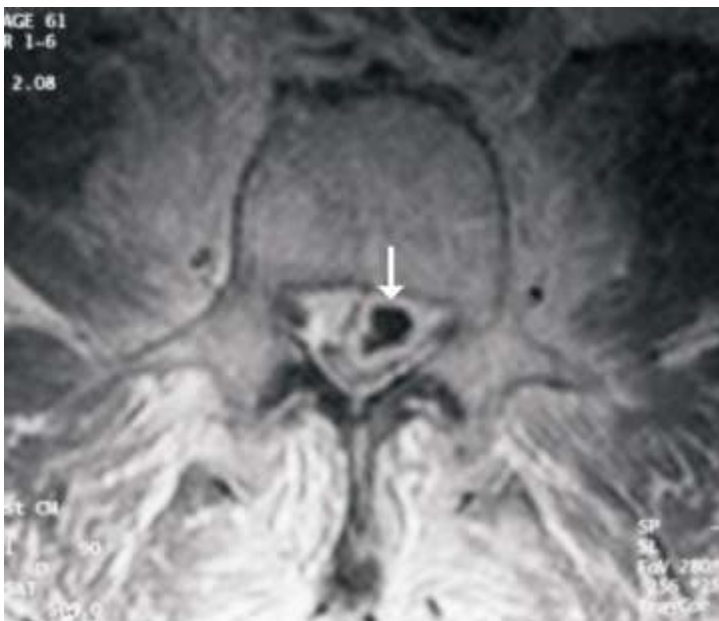


Obr. 7. MR vyšetrenie rovnakého pacienta, axiálna projekcia. Spinálny kanála je prakticky vyplnený jedným veľkým a dvomi menšími sekvestrami, uvoľnenými

z medzistavcovej platničky (označené šípkami).



Obr. 8. Najväčší zo sekvestrov medzistavcovej platničky L4, odstránený zo spinálneho kanála pacienta, ktorého MR snímky sú na obr. 6 a 7.



Obr. 9. MR vyšetrenie pacienta v axiálnej projekcii. Syndrómom konského chvosta, spôsobený spinálnym epidurálnym abscesom (označený šípkou).



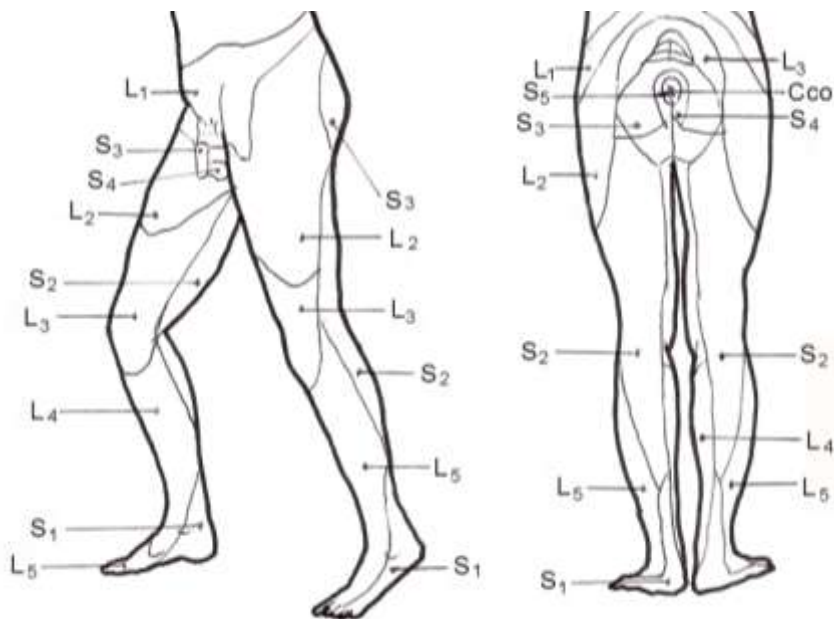
Obr. 10. CT rekonštrukcia vyšetrenia *os sacrum* v sagitálnej projekcii. Syndróm konského chvosta, spôsobený zlomeninou krížovej kosti (označená šípkou).

Syndróm konského chvosta sa môže vyvinúť náhle, zdanlivo z plného zdravia – nazýva sa aj Sce typ I, častejšie sa však objaví po predchádzajúcich problémoch (hlavne po epizódach bolesti v krížoch, respektíve lumboischiadického syndrómu), keď sa príznaky stále stupňujú a v priebehu niekoľkých minút až hodín progredujú do typického obrazu Sce typu II. Naopak, pri Sce typu III sa príznaky vyvíjajú pomaly. V priebehu dní až týždňov sa k pôvodným bolestiam v krížoch a/alebo dolných končatinách pridruží svalová slabosť, poruchy citlivosti, vzniká močová retencia, objaví sa obstipácia a sexuálne problémy (28).

Diagnostika syndrómu *cauda equina*

Klinické vyšetrenie

Základom pre určenie správnej diagnózy syndrómu konského chvosta je podrobná anamnéza a klinické vyšetrenie. Bolesti a poruchy citlivosti, hoci sú príznakmi subjektívnymi, majú veľkú diagnostickú hodnotu (4,11). Ak je postihnutý schopný presne označiť hranice zmenenej citlivosti a šírenie radikulárnych bolestí podľa dermatómov, niekedy tým pomôže presne určiť aj lokalizáciu kompresie *cauda equina* (obr. 11). Všeobecne platí, že stlačenie nervových štruktúr na úrovni medzistavcového priestoru L2-L3 spôsobí poruchu citlivosti typu jazdeckých nohavíc, bolesti vystreľujúce na predné plochy stehien a do slabín. Súčasne je znížený tonus *m. quadriceps femoris* a oslabený, prípadne vymiznutý patelárny reflex (4,14).



Obr. 11. Schémy inervačných zón jednotlivých miechových koreňov (*areae radicales*) tvoriacich *cauda equina* u muža - modifikované podľa Foerstera (13).

Pri kompresii miechových koreňov na úrovni medzistavcového priestoru L3-L4 sa objaví porucha citlivosti typu jazdeckých nohavíc (rozsah hypestézie je menší o plochu kože inervovanej koreňmi L3), bolesti vystreľujú po predných plochách stehien a predkolení až do oblasti vnútorných členkov, je oslabený patelárny reflex (4,14).

Kompresia koreňov *cauda equina* na úrovni medzistavcového priestoru L4-L5 sa prejaví poruchou citlivosti na vnútorných plochách stehien, perianálne, na perineu a genitáliách (rozsah hypestézie je opäť menší o plochu inervovanú koreňmi L4), bolesti vystreľujú do gluteálnej oblasti obojstranne, šíria sa po vonkajších plochách stehien, predných plochách predkolení a chrbtoch nôh do palcov. Motorický deficit sa prejaví oslabením extenzie v členkových kĺboch (niekedy nohy postihnutého po nadvihnutí prepadávajú do plantárnej flexie), vymizne alebo je zreteľne oslabený mediopantárny reflex a reflex Achillovej šľachy (4,14).

Pri kompresii *cauda equina* na úrovni medzistavcového priestoru L5-S1 sa rozsah poruchy citlivosti ďalej zužuje. Bolesti vystreľujú po zadnej ploche stehien a lýtok do vonkajších členkov, laterálnych okrajov nôh, prípadne do podošiev. Motorický deficit sa prejaví neschopnosťou urobiť plantárnu flexiu v členkových kĺboch s oslabením (niekedy až vymiznutím) mediopantárneho reflexu a Achillovej šľachy (4,14).

Opakovanie je matka múdrosti, preto si dovoľujeme zopakovať aj základnú techniku, používanú pri vyšetrovaní reflexov, ktorých reflexné oblúky tvoria štruktúry *cauda equina* (4,14).

Patelárny reflex sa najčastejšie vyšetruje u sediaceho pacienta poklopom na šľachu štvorhlavého svalu stehna; odpoveďou je jeho kontrakcia, ktorá sa prejaví extenziou zohnutého predkolenia. Mediopantárny reflex sa vyvolá úderom neurologického kladivka do stredu *planta pedis*. Odpoveďou je kontrakcia *musculus triceps surae*. Reflex

Achillovej šľachy sa vyprovokuje poklopom na *tendo Achillis* u kľáčiaceho pacienta; odpoveď je rovnaká, ako pri reflexe medioplantárnom, keďže vzruchy pri obidvoch posledne spomínaných reflexoch prebiehajú cez miechové segmenty L5-S2.

Mimoriadne dôležitým príznakom Sce je neschopnosť vôľou ovládať vyprázdňovanie močového mechúra a konečníka. Prejavuje sa obyčajne ako močová retencia (neschopnosť sa vymočiť), alebo ako *ischuria paradoxa*, keď moč z preplnenej *vesica urinaria* uniká po kvapkách. Poškodenie inervácie konečníka v akútnom štádiu Sce obyčajne nie je v popredí záujmu postihnutých; podobne ako poruchy sexuálnych funkcií. V neskoršom období však býva zápcha s unikaním vetrov a riedkej stolice, poruchy erekcie u mužov a parestézie, prípadne hypestézia až anestézia genitálií u žien sprevádzaná poruchami sekrécie žliazok vo *vestibulum vaginae*, veľkým terapeutickým problémom. Na klinické rozpoznanie poškodenia sakrálnych spinálnych nervov, zabezpečujúcich funkciu svaloviny močového mechúra i konečníka a sexuálne reakcie, slúži vyšetrenie bulbokavernózneho, anokutánneho a análneho reflexu.

Bulbokavernózny reflex dáva obraz o funkcii dolných sakrálnych miechových segmentov a im prislúchajúcich koreňov *cauda equina*. Vyvoláva sa pichaním do *glans penis*, odpoveďou je kontrakcia *bulbus urethrae*, o čom je možné sa presvedčiť prstom, položeným za úpon skróta na perineu. U ženy sa tento reflex vyprovokuje pichaním do *glans clitoridis*, odpoveďou je kontrakcia perineálneho svalstva. Vybavenie bulbokavernózneho reflexu znamená, že mikčné centrum v *conus medullaris* (miechové segmenty S2-S4), ako aj aferentné a eferentné dráhy, sú intaktné. Hodnotu vyšetovania bulbokavernózneho reflexu znižuje skutočnosť, že nemusí byť prítomný asi u 30% zdravých jedincov.

Anokutánný reflex sa vyprovokuje pichaním do kože perinea. Odpoveďou je kontrakcia svalstva podobne ako pri bulbokavernóznom reflexe (reflexný oblúk prebieha cez miechové segmenty S2-S4). Výhodou vyšetovania tohto reflexu je možnosť odhaliť prípadnú jednostrannú poruchu (lateralizáciu) podľa miesta dráždenia kože.

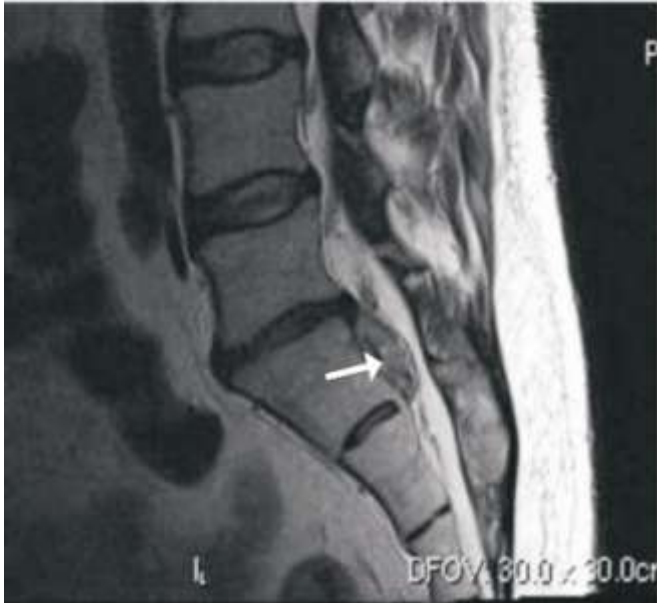
Análny reflex je treťou z reflexných odpovedí, lokalizovaných v dolných sakrálnych miechových segmentoch (v tomto prípade S3-S5). Provokujúcim faktorom je mechanické rozšírenie anu prstom zavedeným do konečníka (podobne ako pri vyšetrení *per rectum*). Ak sú nervové štruktúry intaktné, indagácia prsta vyvolá okamžitú pomalú kontrakciu *musculus sphincter ani internus*. Dôležitým predpokladom zachovania schopnosti vôľou ovládať vyprázdňovanie konečníka je práve neporušená inervácia uvedeného svalu.

Zachovanie sakrálnych miechových segmentov, ich aferentných a eferentných dráh a spojenie s vyššími oddielmi CNS je základným predpokladom pre správne fungovanie dolného močového traktu, konečníka a pohlavných orgánov (4,22,28).

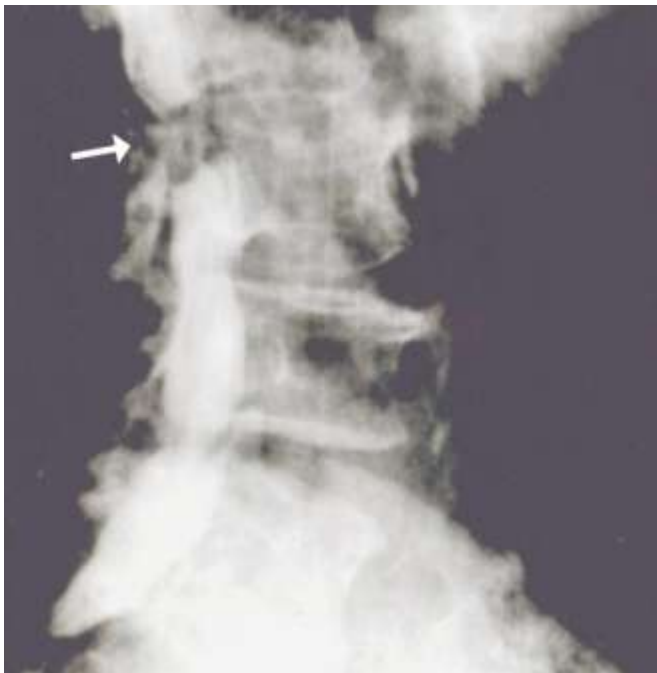
Pomocné vyšetrovacie metódy pri Syndróme konského chvosta

Keďže jedinou racionálnou liečebnou metódou pri Sce je chirurgické uvoľnenie nervových štruktúr, pre operátora je mimoriadne dôležité určiť presnú lokalizáciu a rozsah kompresie miechových koreňov, prípadne aj typ patologického procesu, ktorý ju spôsobuje. V minulosti sa na to využívala hlavne perimyelografia, počítačová tomografia, prípadne CT-MG (CT vyšetrenie po intratekálnom podaní kontrastnej látky). Dnes sa dáva prednosť magnetickej rezonancii (MR vyšetrenie). Tá je presná, neinvasívna,

nezaťažuje pacienta žiarením (ako CT) a zobrazí L-S oblasť chrbtice vo väčšom rozsahu (5,14,23,33).

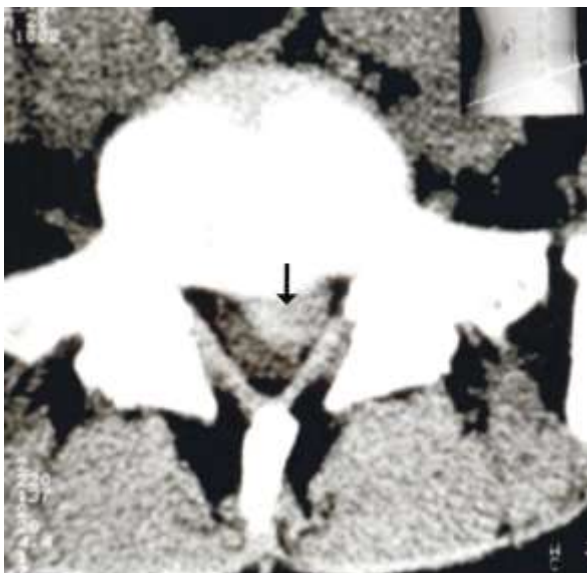


Obr. 12. MR vyšetrenie pacienta so Sce-d v sagitálnej projekcii ukazuje masu voľných sekvestrov za telom stavca S1 (označené šípkou).



Obr. 13. Perimyelografické vyšetrenie pacienta so Syndrómom *cauda equina* v bočnej projekcii. Sce bol spôsobený kombináciou stenózy spinálneho kanála a vysunutia sekvestrov platničky za telo stavca L3, čo sa znázornilo ako

prerušenie stĺpca kontrastnej látky (označené šípkou).



Obr. 14. CT vyšetrenie pacienta so Sce-d ukázalo vysunutie sekvestra medzistavcovej platničky L5 centrálne a vľavo (šípka). V pravom hornom rohu je CT rekonštrukcia v sagitálnej projekcii s označením rezu.

Ďalšími vhodnými testami by boli aj elektrofyziologické (EMG, evokované potenciály), urologické a urodynamické vyšetrenia, keď by porovnávanie predoperačných výsledkov s hodnotami získanými v priebehu rekonvalescencie poskytlo objektívny obraz o reparačných pochodoch (28). U pacientov so Sce I. a II. typu, kde hrozí nebezpečenstvo z omeškania, by čakanie na ich realizáciu mohlo oddialiť chirurgický výkon a poškodiť pacienta. Z uvedených dôvodov ich na našom pracovisku robíme až po operácii.

Urologické vyšetrenie

Neurogénna porucha močenia pri syndróme *cauda equina*, pretrvávajúca u niektorých pacientov aj po uvoľnení lumbosakrálnych miechových koreňov, nie je len psychologickým a sociálnym problémom, ale v konečnom dôsledku ohrozuje zdravie i život postihnutého. V akútnom štádiu je charakterizovaná močovou retenciou, keď pacient nie je schopný vypudiť moč z mechúra. Po určitom čase sa *vesica urinaria* naplní až do takej miery, že sa objaví *ischuria paradoxa* – tlak v mechúri prekoná odpor zvieračov a po kvapkách odteká. Po operácii a dekompresii *cauda equina* sa u prevažnej väčšiny postihnutých močenie postupne obnoví, u niektorých však problémy rôzneho stupňa pretrvávajú. Práve u nich je potrebné situáciu podrobne analyzovať a pokúsiť sa o nápravu.

Základnou diagnostickou metódou je meranie množstva moču, ktorý sa nachádza v mechúri po úplnom vymočení. Ide o tzv. **postmikčný reziduálny moč** a po zistení tohto stavu sa pokračuje určením „účinnosti močenia“ (voiding efficiency). Tá je daná pomerom množstva reziduálneho moču ku kapacite mechúra v percentách. Zvýšené

množstvo reziduálneho moču môže byť zapríčinené rôznymi patologickými stavmi, ako napríklad detrusorovou areflexiou, nedostatočnou kontrakčnou schopnosťou steny mechúra, detrusorovo-sfinkterickou dyssynergiou (napriek primeranej kontrakcii detrusora vypudzovaniu moču bráni súčasná kontrakcia zvierača). K základným urologickým vyšetreniam patrí aj **meranie intravezikálneho tlaku**. Robí sa počas plnenia mechúra, prípadne v priebehu močenia. Ak chceme získať absolútne hodnoty, od nameraného intravezikálneho tlaku sa odpočítajú hodnoty rektálneho tlaku (predstavujú intraabdominálny tlak), keďže *vesica urinaria* je vnútrobrušný orgán.

Cystometrické vyšetrenie pozostáva z kontinuálnej registrácie intravezikálneho tlaku počas retrográdneho plnenia mechúra cez zavedený močový katéter. Ide vlastne o vyšetrenie detrusorového reflexu. Vyvolávajúcim podnetom je pasívna distenzia *vesica urinaria*, odpoveďou je kontrakcia *musculus detrusor*, ktorá sa prejaví náhlym stúpnutím intravezikálneho tlaku. Po vyprovokovaní reflexu vyšetrujúci požiada pacienta, aby odpoveď detrusora potlačil. Zisťuje sa tým schopnosť vôľou ovládať činnosť detrusora. V prípade, že to pacient nie je schopný urobiť, ide o tzv. neinhibovaný detrusorový reflex, t. j. o **detrusorovú hyperreflexiu**. Klinicky sa tento stav prejavuje častým nútením na močenie, ktoré je postihnutý schopný ovládnuť len s problémami, prípadne vôbec nie. V prípade, že detrusorový reflex sa nepodarí vyprovokovať, ide o **detrusorovú areflexiu**. Pri nej má postihnutý problémy s iniciáciou močenia a často nie je schopný efektívne vyprázdniť močový mechúr. Cystometrické vyšetrenie sa robí u pacientov ležiacich, sediacich, stojacich a pri chôdzi (18,34).

Urodynamické vyšetrenia

Za najdôležitejší údaj sa pokladá rýchlosť vyprázdňovania močového mechúra. Existuje viacero metód, umožňujúcich merať množstvo moču opúšťajúceho mechúr za jednotku času. Jednou z nich je váženie vymočeného objemu v priebehu určitého času, inou je meranie elektronické. Na základe nameraných hodnôt je potom možné analyzovať vzťah medzi intravezikálnym tlakom a vymočeným objemom, identifikovať prekážku a dvojrozmerným ultrazvukovým B-skenom zobrazit miesto stenózy alebo obštrukcie. Urodynamické vyšetrenia umožňujú objektívne meranie viacerých hodnôt – citlivosť močového mechúra, jeho kapacitu, kontraktilitu, schopnosť prispôsobenia sa rastúcemu objemu („compliance“) a rýchlosť prúdenia moču.

Pri vyšetrowaní **citlivosti močového mechúra** sa sleduje okamih, keď vyšetrowaný prvý raz pocíti náplň mechúra a okamih, keď sa u neho prvý raz dostaví normálna potreba močiť. Každý zo spomínaných pocitov sa vyznačí ako absolútna hodnota na plniacich cystometrogramoch. Pomocou nich je ľahké určiť, či vyšetrowaná osoba má (alebo nemá) hyper- alebo hyposenzitívny močový mechúr.

Maximálna cystometrická kapacita je okamih, kedy pri plnení mechúra instilovaný objem u vyšetrowaného vyvolá silnú potrebu močiť. Túto skúšku sa odporúča robiť až po zistení kontraktility mechúra, lebo jeho preplňovanie ovplyvňuje výsledok spomínaného vyšetrenia.

Compliance *vesica urinaria* je prírastok objemu, ktorým sa dosiahne určitá zmena intravezikálneho tlaku. Ide o definovaný parameter, označujúci strmosť plniaceho cystometrogramu. V minulosti sa táto hodnota označovala aj ako „**tonus mechúra**“. Za normálnych okolností by pri pomalom plnení mala byť krivka cystotomogramu plochá.

Močový mechúr by sa nemal kontrahovať a vzostup intravezikálneho tlaku by nemal prekročiť hodnotu 10-15 cm vodného stĺpca. Ako už bolo uvedené, intravezikálny tlak výrazne ovplyvňuje kolísanie intraabdominálneho tlaku. Toto môže byť značné, preto sa zvyknú používať hodnoty subtrahovaného, alebo tzv. **čistého detrusorového tlaku**.

Intravezikálny tlak potrebný na vyprovokovanie normálneho aktu močenia sa označuje ako **kontraktilita mechúra**. U zdravých jedincov neprekračuje hodnotu 50 cm vodného stĺpca. Ak je potrebný vyšší tlak, musíme myslieť na prítomnosť výtokovej prekážky. Jednoducho je možné diagnostikovať aj **akontraktilný mechúr**, len musíme mať na pamäti, že niektoré osoby kvôli psychickým zábranám nie sú schopné počas urodynamického vyšetrenia iniciovať kontrakciu detrusora (18,34).

Profilometria uretrálnych tlakov

Uvedené vyšetrenie sa používa na meranie a registráciu tlakových gradientov v močovej trubici, najčastejšie priamou registráciou pomocou mikrosnímačov na katetri, zavedenom do uretry. Profilometria uretrálnych tlakov pomáha odhaliť zmeny uretrálnej tlakovej rezistencie. Podanie farmakologických blokujúcich látok potom umožňuje určiť, ktorá súčasť zvieračového mechanizmu sa chová abnormálne. Napríklad blokátory α -adrenergických receptorov pomôžu odhaliť **izolovanú obštrukciu distálneho zvierača**, inervovaného sympatikovým nervovým systémom – čo sa často vyskytuje práve pri poškodení *conus medullaris* alebo štruktúr *cauda equina*. Využitie modifikovanej techniky, pri ktorej sa zaznamenáva bazálny uretrálny tlakový profil, umožňuje určiť presnú lokalizáciu zvieračov hrdla močového mechúra a uretry. Ich lokalizáciu označujú hroty na profilometrickej krivke. Následne sa registruje krivka, snímaná počas pacientovho močenia, a porovná sa s vnútromechúrovým tlakom. Miesto, kde sa od seba tlakové krivky vzdiaľujú, ukazuje lokalizáciu obštrukcie v dolnom močovom trakte. Uvedeným testom je teda možné odlíšiť obštrukciu v oblasti hrdla močového mechúra od obštrukcie v mieste distálneho uretrálneho mechanizmu (18,34).

Elektromyografické vyšetrenie zvieračového mechanizmu

Priama elektromyografia zvieračov močového mechúra je technicky náročná, napriek tomu sa pokladá za veľmi cenné vyšetrenie pri neurogénnych poruchách močenia. Bipolárna ihla sa pri nej zavedie do periuretrálnej oblasti, aby bolo možné sledovať špecifické EMG potenciály. Cenné sú aj EMG záznamy z anu, kože z perianálnej oblasti, prípadne z *musculus levator ani*. V ňom sa objaví abnormálna aktivita v prípade tzv. **dyssynergickej panvovej spodiny**, čo spôsobuje uretrálnu obštrukciu. EMG vyšetrenie veľmi vhodne dopĺňa urodynamické testy. V priebehu vyšetrenia je potrebné zistiť aj stav **supraspinálnej inervácie močového mechúra**, a to po vyzvaní pacienta na zastavenie prebiehajúceho aktu močenia. V prípade pozitívnej odpovede je vôľová kontrola zvieračov zachovaná (14,18,34).

Sakrálne evokované potenciály

EMG technika sa využíva aj na priame zaznamenávanie reflexov *conus medullaris*. Meria sa napríklad rýchlosť prenosu vzruchu medzi uretrálnym zvieračom, análnym

zvíračom a dorzálnym nervom penisu, respektíve klitorisu. Na vyvolanie senzitívneho podráždenia sa aplikujú mnohopočetné stimuly, potom sa analyzujú odpovede spracované priemernovačom. To umožňuje získať jediný evokovaný potenciál pre každý reflex a merať **reflexné latencie**. Samotné vyšetrenie je v podstate elektrofyziologická analýza bulbokavernózneho a análneho reflexu. Význam vyšetrenia spočíva v objektivite hodnotenia neurogénnych porúch. V jednoznačných prípadoch neprináša zásadné poznatky, ale pri ľahkých, neúplných a nejasných neuropatiách môže mať rozhodujúci význam. Vyšetrenie sakrálnych evokovaných potenciálov je veľmi cenné aj u pacientov s poruchami sexuálnych funkcií ľahkého a stredne ťažkého stupňa. Opakované vyšetrenia pomáhajú exaktne hodnotiť reparačné procesy a výsledky liečby (14,28).

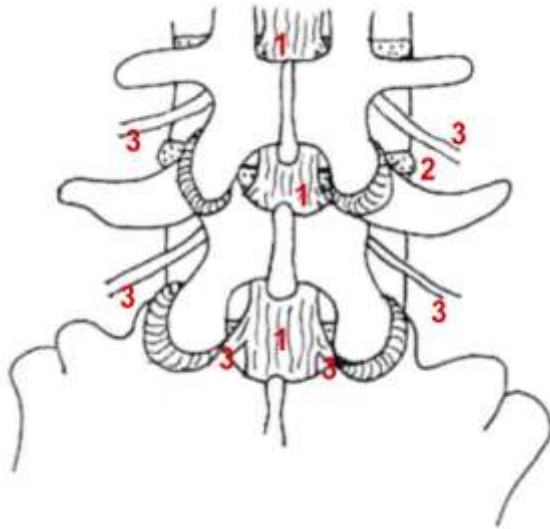
Diferenciálna diagnostika pri podozrení na syndróm *cauda equina*

Diagnostika syndrómu *cauda equina* nie je vždy jednoduchá, takže menej skúsení sa môžu dopustiť omylu. Nenapraviteľné následky môže mať podcenenie príznakov a otáľanie s odporúčaním urgentného riešenia. Oveľa menej závažné je, keď odosielajúci lekár nemyslel na možnosť inej príčiny problémov konkrétneho chorého, prípadne za platničkový Sce pokladal syndróm *conus medullaris*. Ten je tiež charakterizovaný veľmi podobným klinickým obrazom (najvýznamnejšími zo symptómov sú močová retencia a obstipácia), postihnutie však pri diskogénnom Sce býva aspoň mierne asymetrické. Podobný klinický obraz ako pri Sce sa môže vyskytnúť aj pri ďalších ochoreniach, napríklad pri polyneuritíde, lumbosakrálnej plexopatii, pri reflexnej močovej retencii občas sprevádzajúcej akútny lumboischiadický syndróm, pri Guillainovom - Barreho syndróme, nádoroch miechy, myelitídach a kompresiach miechy, lokalizovaných v hrudníkovej časti chrbtice. V uvedených situáciách je najvhodnejšie realizovať akútne MRI vyšetrenie. V súčasnosti nie je k dispozícii vo všetkých zdravotníckych zariadeniach, preto sa odporúča pacientov už len s podozrením na syndróm konského chvosta smerovať priamo do zariadení vyššieho typu, kde je prítomný aj neurochirurg, schopný situáciu bez zbytočného otáľania vyriešiť (4,7,14,20).

Liečba syndrómu konského chvosta

Podľa prevládajúceho názoru je syndróm *cauda equina* zapríčinený mechanickým stlačením nervových štruktúr **absolútnou indikáciou na urgentný chirurgický výkon**. Cieľom operácie je šetrná a čo možno najdokonalejšia dekompresia lumbosakrálnych miechových koreňov. Od tejto zásady sa ustupuje len v prípade závažného pridruženého ochorenia vylučujúceho operáciu. Pri nej sa dáva prednosť celkovej anestézii; je však možné operovať i v anestézii epidurálnej alebo infiltračnej. V našom ústave dodržíme zásadu, že pri syndróme konského chvosta neslobodno otáľat. Akonáhle je CT alebo MR vyšetrením (vo výnimočných situáciách prípadne aj perimyelograficky) dokázaný útlak miechových koreňov i jeho lokalizácia, pristupujeme k urgentnej revízii spinálneho kanála bez ohľadu na dennú, či nočnú dobu. Z literatúry je známe, že existujú pracoviská, kde výkon odkladajú a pacienta i s akútnym syndrómom *cauda equina* zaraďujú do operačného programu až v priebehu najbližšieho dňa. Hlavným dôvodom býva neprítomnosť neurochirurga, prípadne spinálneho chirurga v zariadení počas nočnej služby.

Najrozsiahlejší prístup do chrbticového kanála, a tým aj najlepší prehľad v ňom a možnosť voľnejšie manévrovať (čo je dôležité pri centrálnych herniáciách medzistavcových platničiek alebo pri voľných sekvestroch) poskytuje **laminektómia** (obr. 17). Pre operátora je najvýhodnejšie, ak sa pri nej pacient uloží do polohy na brucho s podloženým hrudníkom i panvou, aby sa zabezpečilo voľné abdominálne dýchanie. Dolné končatiny sú flektované v bedrových, prípadne aj v kolenných kĺboch.



Obr. 15. Schematické znázornenie normálnych pomerov v oblasti L-S prechodu z pohľadu operujúceho chirurga u pacienta ležiaceho na bruchu. Žlté väzy sú vynechané, aby bolo možné vidieť spinálny durálny vak (1), medzistavcovú platničku (2) a pošvy miechových koreňov, respektíve spinálne nervy (3).

Ak stav chorého, anestéziologické podmienky, lokalizácia a charakter procesu alebo zvyk operátora hovoria proti tejto polohe, je možné pacienta uložiť na bok so zohnutými dolnými končatinami a kolenami pritiahnutými ku bruchu. Kožný rez sa vedie v strednej čiare nad tŕňovými výbežkami, pričom sa začína obyčajne o jeden stavec kraniálnejšie a o jeden stavec kaudálnejšie, ako je plánovaný rozsah laminektómie. Po sprístupnení *fascia lumbodorsalis* sa táto pretne obojstranne popri *processus spinosi*. Paravertebrálne svaly sa odpreparujú od tŕňových výbežkov a stavcových oblúkov, hemostáza sa zabezpečí elektrokoaguláciou. Okraje rany sa udržuujú v potrebnej polohe špeciálnymi rozvieračmi. *Ligamenta interspinalia* proximálne a distálne od plánovanej laminektómie sa pretnú, *processus spinosi* sa odstránia Listonovým inštrumentom. Stavcové oblúky sa potom opatrne odštiknú Luerovými a Kerrisonovými kliešťami tak, aby bol sprístupnený durálny vak aj so začiatočnými úsekmi koreňových pošiev (obr. 14,16,17). Po odtlačení miechových koreňov a *saccus durae matris spinalis*, ktorý obsahuje štruktúry *cauda equina*, je možná revízia medzistavcových priestorov z oboch strán. Uvedená širšia prístupová cesta tiež umožňuje peroperačné vyšetrenie pomerov v spinálnom kanáli

(hlavne v jeho časti, ktorú zakrýva spinálny durálny vak) dvojrozmerným zobrazovacím ultrazvukom. To operatér ocení hlavne pri nejasnej situácii a pri hľadaní voľných sekvestrov. Po skončení intraspínálnej fázy operácie sa paravertebrálne svaly priblížia k sebe niekoľkými stehmi zo vstrebatelného materiálu. Okraje *fascia lumbodorsalis* sú vystavené značnému ťahu, preto sa na ich zošitie používa pevnejší, nevstrebatelný šijací materiál. Na záver sa zošije podkožný tuk a koža. Niektorí chirurgovia ponechávajú v spinálnom epidurálnom priestore 24-48 hodín dren, napojený na aktívne odsávanie (**Redonov dren**). Neodporúča sa urobiť laminektómiu viacerých ako štyroch stavcov, aby sa postupom času nevyvinula **postlaminektomická kyfóza** (17,28,33).

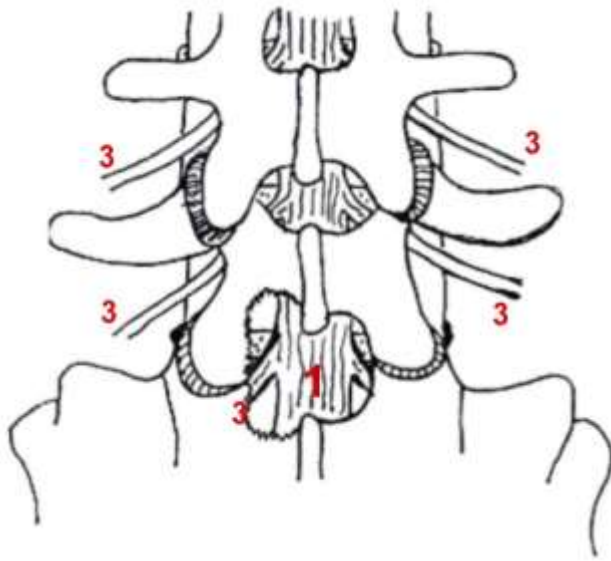
Pri exaktne urobenej lokalizačnej diagnóze sa niekedy podarí uvoľniť miechové korene aj po odstránení časti laminy kraniiálneho a kaudálneho stavca spolu so žltými väzmi. Takýto prístup sa nazýva **čiasťočná laminektómia** (*laminectomy partialis*).

Laminotómiou sa nazýva chirurgický prístup do kanála chrbtice, umožňujúci po skončení intraspínálnej fázy operácie jeho rekonštrukciu. Výkon je o niečo prácnejší ako laminektómia, preto sa u dospelých pacientov, kde hrozí menšie nebezpečenstvo vzniku postlaminektomickej kyfózy, ešte stále využíva zriedkavo. Po odpreparovaní paravertebrálnych svalov sa stavcové oblúky prerušia na obidvoch stranách tenkým zubným vrtákom, vibračnou pílkou alebo kraniotómom. *Ligamentum interspinosum* a *ligamenta flava* sa pretnú skalpelom alebo prestrihnú nožničkami a kostený kryt spinálneho kanála sa odklopí. Operácia sa končí fixáciou stavcových oblúkov titánovými mikroplatničkami a sutúrou *ligamentum interspinosum*. *Fascia lumbodorsalis* sa prišije k lemu, ktorý zostal na trňových výbežkoch obojstranne. Ide o rekonštrukčný výkon, lebo stavcové oblúky sa väčšinou uspokojivo prihoja na svoje miesto a ako ukázali pokusy na psoch, dokonca sa v ich kostnej dreni obnoví krvotvorba.

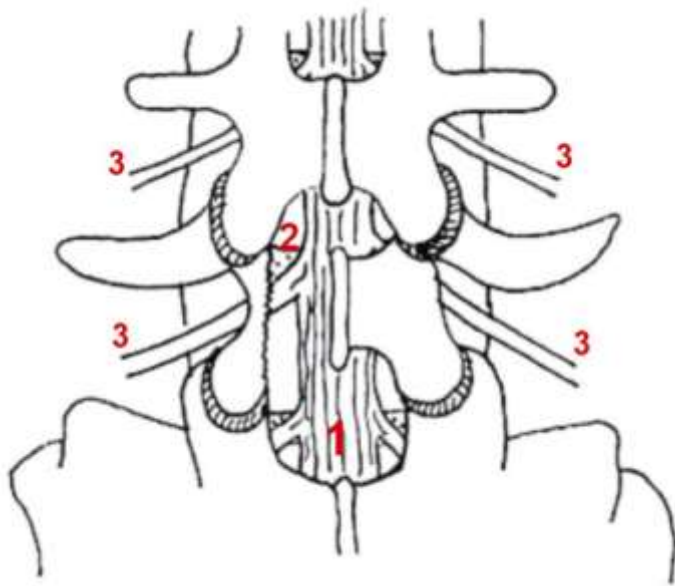
Aj pri mediálnej, respektíve paramediálnej herniácii sekvestrov medzistavcovej platničky sa môže podariť uvoľniť korene *cauda equina* z jednostranného prístupu do spinálneho kanála, ktorý sa nazýva **hemilaminektómia**. *Fascia lumbodorsalis* sa pri ňom pretne paramediálne na jednej strane vo vzdialenosti niekoľko milimetrov od trňových výbežkov. Po odpreparovaní paravertebrálneho svalstva sa odstráni stavcový oblúk po bázu *processus spinosus* a reviduje sa kanál chrbtice (obr. 17). Ak operačná situácia vyžaduje obojstranný prístup, hemilaminektómiu je možné kedykoľvek rozšíriť na laminektómiu.

Laterálne uložené sekvestre medzistavcovej platničky v driekovej oblasti sa obyčajne podarí odstrániť aj cez otvor, ktorý vznikne excíziou žltého väzu. Ide o tzv. **fenestratio ligamenti flavi**. V prípade, že je potrebné prístupovú cestu rozšíriť, chirurg musí odvrátať alebo odštiekať časť oblúka kraniiálnejšieho aj kaudálnejšieho stavca (obr. 16). Výkon sa potom nazýva **hemilaminectomy partialis**.

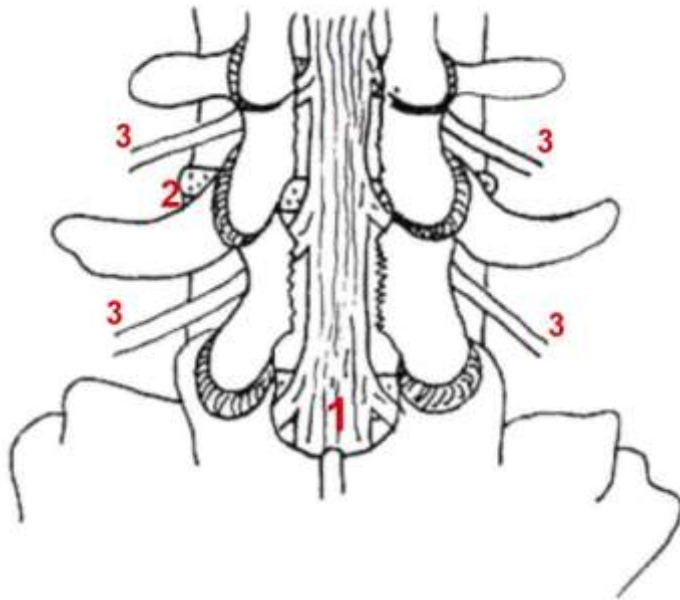
Dva posledne spomínané chirurgické postupy sú síce šetrnejšie, ale pri syndróme *cauda equina* sa obyčajne môžu využiť len v prípade kompresie miechových koreňov na úrovni jedného medzistavcového priestoru sekvestrami *discus intervertebralis* vysunutými centrálnou a smerujúcimi na operovanú stranu. Pred výkonom je teda nevyhnutne potrebné získať presný obraz o pomeroch v spinálnom kanáli, čo už súčasné CT a MR prístroje umožňujú, ale mnohí spinálni chirurgovia to pri syndróme konského chvosta nepokladajú za postup úplne v súlade s najnovšími poznatkami vedy, t. j. *lege artis*.



Obr. 16. Schematicky zobrazená ľavostranná parciálna hemilaminektómia L5-S1 (stav po odstránení kaudálnej časti oblúka stavca L4 a kraniálnej časti oblúka stavca S1). Spinálny durálny vak (1), spinálne nervy (3).



Obr. 17. Schematicky znázornená ľavostranná hemilaminektómia L5 (stav po odstránení ľavej polovice oblúka stavca L5). Spinálny durálny vak (1), medzistavcová platnička (2), spinálne nervy (3).



Obr. 18. Schematicky znázornená laminektómia L3-L5 (stav po odstránení trňových výbežkov aj oblúkov stavcov L3, L4 a L5). Spinálny durálny vak (1), *discus intervertebralis* (2), spinálne nervy (3).

Riešiť syndróm *cauda equina* mikrochirurgickým spôsobom (teda prístupom cez tubus a pomocou mikroinštrumentov), prípadne endoskopicky, nie je vhodné. Akékoľvek pokusy o neoperačné zvládnutie situácie (v súčasnosti stále častejšie a správne používané pri lumboischialgickom syndróme bez zánikových príznakov) sú tiež kontraindikované.

Aj keď si uvedomujeme, že samotná operácia nemôže zlepšiť poruchu inervácie dolných končatín, močového mechúra, konečníka a pohlavných orgánov, spôsobenú kompresiou koreňov *cauda equina*, a v konečnom dôsledku (ako bude vysvetlené v ďalšom texte) ireverzibilnými zmenami v *medulla spinalis*, vytvárame ňou nevyhnutné predpoklady pre reparačné procesy v prežívajúcich neurónoch a obnovenie prenosu vzruchov poškodenými nervovými vláknami.

Po dekompresívnom výkone sa stav chorého postupne zlepšuje a funkcie sa začnú obnovovať. Najskôr je to obyčajne pohyblivosť dolných končatín, za ňou nasleduje citlivosť, schopnosť vyprázdňovať močový mechúr a konečník. Problematická býva reparácia sexuálnych funkcií. Na doliečovaní pacientov so Sce sa podieľajú zástupcovia viacerých medicínskych odborov - neurológovia, urológovia, neurochirurgovia, ortopédi, fyzioterapeuti, balneológovia, sexuológovia i psychológovia. Príspevok každého z nich má svoj význam a môže pre postihnutého znamenať výraznú pomoc (11,17,20,22).

Poznatky, získané sledovaním pacientov so Sce, postavili pred klinických aj experimentálnych pracovníkov viacero otázok. Odpovede na ne najskôr hľadali v miechových koreňoch tvoriacich *cauda equina* u krýs, králikov, prasiat, psov a primátov. Výsledky poskytli cenné údaje, nepodarilo sa však vysvetliť, prečo u značnej časti pacientov vznikajú ireverzibilné poruchy nervových funkcií rôzneho stupňa a typu. Tento

fakt inšpiroval pracovníkov v oblasti neurovied (a rovnako aj nás) k uskutočneniu série pokusov na psoch.

Výsledky ukázali, že konstriktie L7 lumbálnych a všetkých sakro-kokcygeálnych miechových koreňov štyrmi ligatúrami, naloženými okolo spinálneho durálneho vaku cez laminektómiu L7-S1 u psov mali za následok výrazné poškodenie neurónov aj dráh v mieche. Spomínané zmeny nepostihujú všetky neuróny; majú skôr difúzny charakter. Sú však ireverzibilné a vznikajú už po uplynutí niekoľkých hodín (21,30). Analogicky je možné predpokladať, že podobné poškodenie sa pri tejto komplikácii degeneratívnych zmien chrbtice vyvinie aj v nervovom systéme človeka.

Z toho vyplýva potreba podľa možnosti predchádzať vôbec vzniku Sced. Mimoriadne perspektívnou cestou by mohlo byť obnovenie morfológických aj funkčných vlastností poškodených medzistavcových platničiek zabezpečením ich dokonalej regenerácie. Donedávna sa predpokladalo, že to nie je možné. Až v posledných rokoch sa v literatúre začali objavovať správy o úspešných pokusoch s transplantáciou mezenchymálnych kmeňových/progenitorových buniek odobratých z kostnej drene, ktoré je ďalej možné rozmnožovať a podľa potreby ich vlastností modifikovať pestovaním v kultivačných médiách vhodného zloženia. Po transplantácii vlastných (ale aj heterológnych) progenitorových buniek do *nucleus pulposus* mechanicky alebo chemicky deštruovaného *discus intervertebralis* zvierat došlo k dokonalému zahojeniu lézie a obnoveniu jeho charakteristík (9,15). Lokomócia štvornožcov sa síce zásadne líši od mechaniky pohybu ľudí, podrobné štúdie (realizované u krýs a prasiat) však ukázali, že sily pôsobiace na tkanivá chrbtice a ich vektory sú veľmi podobné (15). Ďalším dôležitým faktorom je skutočnosť, že pri autotransplantáciách kmeňových/progenitorových buniek neboli popísané negatívne reakcie (9,15). Všetky spomínané fakty vyvolávajú mierny optimizmus, že po nevyhnutnom serióznom preverení tejto (ešte stále experimentálnej metódy) ju bude možné úspešne využívať aj v humánnej medicíne. Keby sa totiž podarilo zvrátiť celý degradačný proces v *discus intervertebralis* injekciou vlastných mezenchymálnych progenitorových buniek do medzistavcovej platničky (napríklad pod rtg, prípadne CT kontrolou – podobne, ako sa kedysi intradiskálne podával chymopapain v terapeutických indikáciách), zabránilo by sa aj vzniku komplikácií tohto ochorenia, vrátane diskogénneho syndrómu *cauda equina* (9,15).

Ak už Sce vznikne (čomu pravdepodobne nikdy nebude možné úplne zabrániť), je potrebné stav čo najrýchlejšie diagnostikovať a chirurgicky riešiť. Výsledky by mohlo priaznivo ovplyvniť aj podávanie neuroprotektívnych látok a medikamentov, ktoré by oddialili vznik ireverzibilných zmien miechových neurónov a dráh, prípadne prispeli k reparačným pochodom v nich (21,30). V rámci doliečenia je potrebné využiť všetky možnosti, ktoré ponúka moderná fyzioterapia a kúpeľná liečba (7,11,20,22).

Literatúra:

1. Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration and causes it? *Spine* 2006; 31: 2151-2161.
2. Ala-Kokko I. Genetic risk factors for lumbar disc disease. *Ann Med* 2002; 34: 42-47.
3. Beattie MC, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences. *Spine* 2004; 29: 2679-2690.

4. Bartko D, Drobný M. *Neurológia*. Martin; Vydavateľstvo Osveta, 1990.
5. Boden S. The use of radiographic imaging studies in evaluation of patients who have degenerative disorders of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1996; 75-A: 114-125.
6. Brown KR, Pollintine P, Adams MA. Biomechanical implications of degenerative joint disease in the apophyseal joints of human thoracic and lumbar vertebrae. *Am J Physiol Anthropol* 2008; 136: 318-326.
7. Buran I. *Vertebrogénne algické syndrómy*. 1. vydanie. Bratislava; Typgrafik, 2002.
8. Conway JE, Crofford TW, Terry AF, Protzman RR. Cauda equina syndrome occurring nine years after gunshot injury to the spine. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-A: 760-763.
9. Crevensten G, Walsh AJL, Ananthakrishnan D, Page P, Wahba GM, Lotz JC, Berven S. Intervertebral disk cell therapy for regeneration: mesenchymal stem cell implantation in rat intervertebral discs. *Ann Biomed Eng* 2004; 32: 430-434.
10. DeKruik J, Korten A, Boiten J. Acute cauda equina syndrome caused by thrombosis of the inferior vena cava. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1999; 67: 827-828.
11. Fehlings MG, Zeidman SM, Rampersaud YJ. Cauda equina syndrome. In Benzel CE, ed. *Spine surgery* Philadelphia; Elsevier-Churchill, Livingstone, 2005.
12. Filler AG. Emergence and optimization of upright posture among hominiform hominoids and the evolutionary pathophysiology of back pain. *Neurosurg Focus* 2007; 23, E4: 1-6.
13. Foerster, O. The dermatomes in man. *Brain* 1933; 56: 1-39.
14. Gdovinová Z, Szilasiová, J. *Textbook of general neurology*. Košice; Aprilla Ltd. for Hanzlúvka Books 2009. 189 s. – ISBN 9788089346158
15. Henriksson H, Svanvik T, Jonsson M, Hagman M, Horn M, Lindahl A, Brisby H. Transplantation of human mesenchymal stem cells into intervertebral discs in a xenogenic porcine model. *Spine* 2009; 34: 141-148.
16. Kapoor SK, Garg V, Dhanon BK, Jindal M. Tuberculosis of the posterior vertebral elements: a rare cause of compression of the cauda equina. A case report. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A: 391-394.
17. Koleják K. Chirurgická liečba spinálnej stenózy driekovej chrbtice. 225-244. In Rudinský B, ed. *Spinálna chirurgia*. Bratislava; Slovak Academic Press, 2006, 313 s. ISBN 80-89104-76-2.
18. Leroi MA, Berkelmans I, Rabehenoina C, Creissard P, Weber J. Résultats de la prise en charge thérapeutique des troubles vésico-shinctériens et ano-rectaux de 20 patients ayant un syndrome de la queue de cheval. *Neurochirurgie (Paris)* 1994; 40: 301-306.
19. Lukáč I, Šulla IJ. Syndroma caudae equinae zriedkavej etiologie. *Rozhl Chir* 2010; 89: 522-527.
20. Ma B, Wu H, Jia L-S, Yuan W, Shi G-D, Shi J-G. Cauda equina syndrome: a review of clinical progress. *Chin Med J* 2009; 122: 1214-1222.
21. Maršala J, Šulla I, Jalč P, Orendáčová J. Multiple protracted cauda equina constrictions cause deep derangement in the lumbosacral spinal cord circuitry in the dog. *Neurosci Letters* 1995; 193: 97-100.
22. McCarthy MJH, Aylott CEW, Grevitt MP, Hegarty J. Cauda equina syndrome: factors affecting long-term functional and sphincteric outcome. *Spine* 2007; 32: 207-216.
23. Modic MT, Ross JS. Lumbar degenerative disc disease. *Radiology* 2007; 245: 43-61.
24. Oppenheim JS, Spitzer DE, Segal DH. Nonvascular complications following spinal manipulations. *Spine J* 2005; 5: 660-666.

25. Podnar S. Epidemiology of cauda equina and conus medullaris lesions. *Muscle Nerve* 2007; 35: 529-531.
26. Poncelet A. The neurologic complications of Paget's disease. *J Bone Miner Res* 1999; 14, Suppl 2: 88-91.
27. Puschel J. Der Wasserinhalt normaler und degenerierter Zwischenwirbelscheiben. *Beitr Pathol Anat* 1990; 84: 123-131.
28. Shapiro S. Medical realities of cauda equina syndrome secondary to lumbar disc herniation. *Spine* 2000; 25: 348-352.
29. Šulla I, Faguľa J, Výrostko J, Šanta M. Intradurálny nádor ako príčina akútneho syndrómu caudae equinae. *Prakt Lék* 1985; 65: 53-54.
30. Šulla I, Vanický I, Balik V. Sustained versus short-term cauda equina constrictions result in a selective damage of lumbosacral spinal cord neuronal pools in the dog. *Folia Veterinaria* 52, 3-4: 113-118, 2008.
31. Thongtran I, Le H, Park J, Kim DH. Cauda equina syndrome in patients with low lumbar fractures. *Neurosurg Focus* 2004; 16: 28-33.
32. Tullous MV, Skerhut HEI, Story JL, Brown WE, Eidelberg E, Dadsetan MR, Jinkins JR. Cauda equina syndrome of longstanding ankylosing spondylitis. *J Neurosurg* 1990; 73: 441-447.
33. Výrostko J, Faguľa J, Šulla I, Magdo J, Krajcár R. Ťažkosti pri diagnostike voľného úlomku medzistavcovej platničky. *Folia Fac Med Univ Šafarikianae Cassoviensis* 1988; 45: 305-310.
34. Zimmer P, Nager CW, Albo M, Fitzgerald MP, McDermott S. Interpreter reliability of filling cystometrogram interpretation in a multicenter study. *J Urol* 2006; 175: 2174-2177.
35. Zink W, Graf BM. Toxicology of local anaesthetic agents. Clinical, therapeutic, and pathological mechanisms. *Anaesthetist* 2003; 52: 1102-1123.